EIN FELDBUSSYSTEM FÜR VERTEILTE STEUERUNGEN UND ANWENDUNGSBEISPIELE AUS DEM VERKEHRSWESEN

Dr.-Ing. GÜNTHER OTTO, Dresden/DDR

1. Einführung

Der Einsatz speicherprogrammierbarer Steuerungen in automatisierten Anlagen hat gegenwärtig einen bedeutenden Umfang erlangt, und er wird auch zukünftig für Prozesse mit großer Variabilität bevorzugt werden. Dabei bietet der prozeßflexible Charakter der Gerätetechnik auch eine Reihe von Vorzügen, die neuartige Systemlösungen zu entwickeln gestatten, deren Qualitätsparameter von den Eigenschaften eines Mehrrechnersystems geprägt werden. Von besonderem Interesse sind in diesem Zusammenhang solche Konfigurationen, die als

- Leistungsverbund,
- Verfügbarkeitsverbund und
- Funktionsverbund

wirken, wobei die Vernetzung intelligenter Steuermodule im prozeßnahen Bereich im allgemeinen durch leistungsstarke, standardisierte Feldbussysteme mit einem hohen Hard- und Softwareaufwand vorgenommen wird. Das gilt auch für die Gestaltung von Automatisierungsanlagen im Verkehrswesen, wie sie im Sinne einer durchgängigen rechnergestützten Steuerung der Transportprozesse benötigt werden. In vielen Fällen können jedoch für Prozesse geringer Komplexität Kleinststeuerungen auf der Basis von Einchiprechnern (EMR) vorteilhafter eingesetzt werden, wenn sie auch über ein ihren Möglichkeiten angepaßtes Feldbussystem untereinander und mit einer Zentrale kommunizieren können.

Ein solches modular aufgebautes System von Kleinststeuerungen mit ringförmigen Feldbus wurde am Wissenschaftsbereich Automatisierungstechnik der Hochschule für Verkehrswesen entwickelt. Es eignet sich auf Grund seiner konstruktiven Gestaltung sowohl für den Einsatz an Bord von Fahrzeugen als auch für stationäre, räumlich verteilte Maschinen- und Anlagensteuerungen.

2. Aufbau und Funktionsweise des Feldbussystems

Das Ziel, eine größere Anzahl räumlich verteilter Kleinststeuerungen auf Einchiprechnerbasis durch ein einfaches, kostengünstiges und fehlertolerantes Feldbussystem von einer Zentrale (Leitstand) aus steuern und beobachten zu lassen, wurde mit der im Bild 1 dargestellten Systemstruktur erreicht.

Im Zentrum steht der Feldbus, der die Kommunikation der einzelnen Prozeßsteuermodule PSM untereinander und mit dem Leitstand gewährleistet. Dazu müssen alle Teilnehmer über die Anschalteinheiten ASE an den Feldbus angeschlossen werden. Der Informationsaustausch mit dem Leitstand, der ein beliebiger Personal- oder Industriecomputer sein kann, wird über den Datenkonzentrator DAK geführt.

Weiterhin wird bereits auf mögliche Systemerweiterungen hingewiesen, indem eine universelle, speicherprogrammierbare Steuerung SPS größeren Umfangs für Teilprozesse mit großer Komplexität ebenso wie ein universeller Arbeitsplatz-, Büro- oder Personalcomputer für Service und Inbetriebnahme zum Anschluß an das Feldbussystem vorgesehen sind.

Als Informationsquellen bzw. -senken in dieser bidirektional wirkenden Datenaustauschstruktur fungieren der Zentralrechner und die intelligenten Prozeßsteuermodule PSM, die im Festwertspeicher neben dem Anwenderprogramm einen systeminvarianten Softwaremodul für die Kommunikation enthalten.

Es ist zu erwähnen, daß der Datenkonzentrator als Bindeglied zwischen dem Zentralrechner und den PSM, gleichermaßen wie diese, über eine ASE an die Ringleitung angeschlossen wird. Diese Ringleitung verbindet alle räumlich verteilten ASE, an denen, je nach Einsatzfall, auch mehrere lokal zusammenfaßbare PSM betrieben werden können.

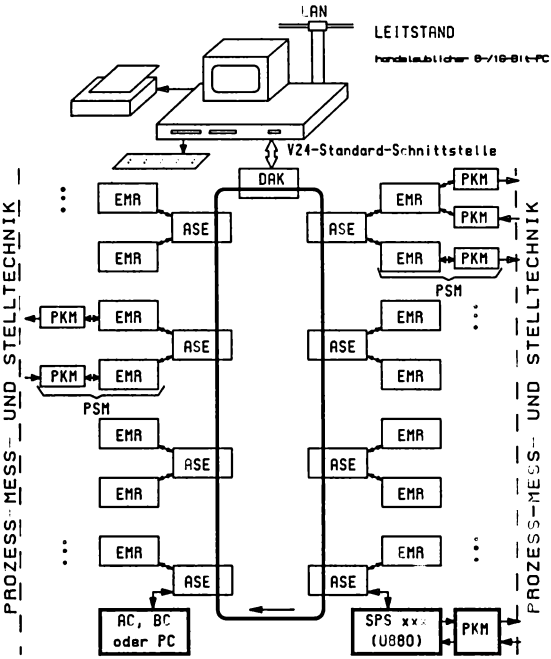
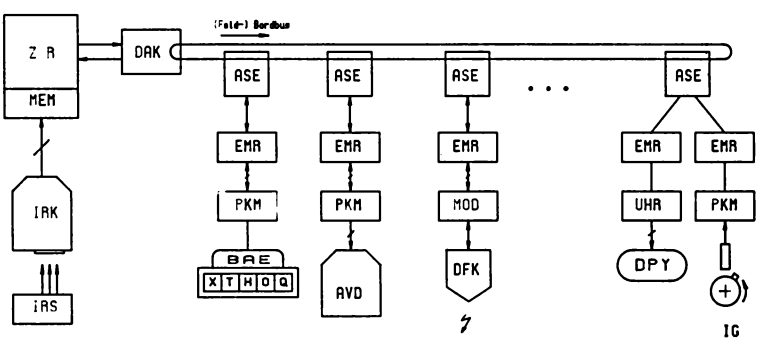


Bild 1: Die Systemstruktur einer Mehrrechner-Prozesssteuerung

Diese Struktur ermöglicht, mit relativ geringem Kanalaufwand ein bitseriell arbeitendes Übertragungsverfahren zu realisieren. Die lokal an einer ASE zusammenfaßbaren PSM sind parallel geschaltet, so daß auch in diesem Punkt das Busprinzip erhalten bleibt. Die erforderliche dezentrale Vermittlung wird programmtechnisch durch das Koppelmodul in den PSM realisiert. Schaltungstechnische Besonderheiten in der ASE bezüglich der Tolerierung des Ausfalls einzelner Bauelemente und Baugruppen sichern eine erhöhte Systemverfügbarkeit, was hauptsächlich durch den Rückfall einzelner Systemkomponenten in eine autonome Betriebsweise gewährleistet wird. Dem Datenkonzentrator kommt eine besondere funktionelle Bedeutung zu. Er hat zwei Aufgaben, nämlich die

- Realisierung der Datenaustauschprozedur mit der übergeordneten Zentrale (Leitstand) und die
- Verwaltung des Feldbusses,

die von zwei getrennten Baugruppen mit eigenem Mikroprozessor gelöst werden. Dafür werden zwei parallel gekoppelte EMR-Module verwendet, wobei das Leitstandskoppelmodul einen V24-Schnittstellentreiber und das Bussteuermodul eine TTL-Schnittstelle



IRS - Ortsfester IR-Sender
IRK - IR-Kanalkoppler
ZR - Zentralrechner (U880)
MEM - RAM-Speicher
IG - Radiopulsgeber

DAK - Datenkonzentrator
EMR - Einchiprechner
ASE - Anschalteinheit
PKM - Prozeskoppelmodul
DFK - Uhrendisplay

BAE - Bedien/Anzeigeeinheit für Fahrzeugführer
AVD - Audiovisuelles Display für Fahrgastinformation
DFK - Datenfunkkanal

Bild 2: Blockschaltbild eines Mehrrechnersystems für die Ausrüstung von Fahrzeugen

für den Anschluß der Anschalteinheit erhalten haben. Zur Feldbusverwaltung gehört dabei auch die zyklische Weitergabe der Sendeberechtigung (Mastertransfer) an jedes Prozeßmodul PSM, um damit die Möglichkeit zu schaffen, umfangreichen Datenverkehr zwischen einzelnen Prozeßstationen ohne Belastung des Datenkonzentrators abzuwickeln. Die Ringleitung als Übertragungsmedium besteht aus einer Zweidrahtleitung (20 mA-Stromschleife), welche durch eine geregelte Stromquelle gespeist wird. Alle ASE sind an diese Leitung passiv angekoppelt. Damit ist es möglich, das Gesamtsystem unkompliziert zu konfigurieren und zu pflegen. Die ASE erfüllen eine ganze Reihe von Sicherheitsfunktionen, gewährleisten die Parallelkopplung mehrerer PSM (TTL-Pegel) und können wahlweise mit der nur einmal im System benötigten Stromquelle bestückt werden.

An eine Feldbusschleife können bis zu 15 Prozeßsteuermodule an beliebigen ASE angeschlossen werden. Mit der gewählten modularen Gerätestruktur wird auch die damit korrespondierende modulare Struktur der Software erforderlich. Das Softwaremodul zur Feldbuskommunikation ist für alle beteiligten Prozeßsteuermodule bis auf die Moduladresse identisch und besitzt einen Umfang von ca. 0,5kByte. Es arbeitet interruptgesteuert. Zum anwenderspezifischen Programmteil besteht eine einheitliche Schnittstelle. Der Datenaustausch erfolgt nach einem fehlertoleranten Nachricht-Antwort-Verfahren in Form von Datentelegrammen variabler Länge. Die Übertragungsgeschwindigkeit auf dem Feldbus beträgt 9600 Bit/s.

Das vorgestellte Systemkonzept ist multivalent, d.h., für verschiedene Einsatzgebiete, verwendbar. Eine mögliche Anwendung ist die im folgenden beschriebene Systemlösung für ein Bord-Mikrorechnersystem auf Fahrzeugen zur Unterstützung der Tätigkeit des Fahrzeugführers und des Dispatchers.

3. Konzept einer Mehrrechnerprozeßsteuerung für den Einsatz auf Fahrzeugen

Zur Bewältigung des vielfältigen Aufgabenspektrums bei der rechnergestützten Dispatcherleitung von Verkehrsprozessen (vgl. CIM-Konzept) sind in letzter Position die fahrenden Einheiten (S-/U-Bahnzüge, Straßenbahnen, Busse u.a.) des Systems einzubeziehen. Dabei werden Forderungen nach Informationsgewinnung und -übertragung zu erfüllen sein, die sich nur noch durch den Einsatz von Prozeßrechnern erfüllen lassen. Die Menge der zu verarbeitenden Daten und die damit verbundenen Zeitforderungen lassen die Verwendung eines Mehrrechnersystems zweckmäßig erscheinen. Im Bild 2 ist eine mögliche Konfiguration des im Punkt 2 beschriebenen Mehrrechnersystems dargestellt, wie sie an Bord von Fahrzeugen installiert werden könnte, um Aufgaben der rechnergestützten Betriebsführung zu unterstützen. Den Platz des Prozeßleitstandes nimmt hier ein Zentralrechner ZR ein, der mit einem umfangreichen RAM-Datenspeicher die erforderliche Menge von Fahrplandaten verwaltet. Diese Daten könnten bei Fahrtbeginn über einen Infrarotkanal IRK von einer ortsfesten Einrichtung in den Zentralrechner geladen werden. Der Datenkonzentrator DAK übernimmt, wie schon beschrieben, die Verwaltung des Bordbusses zur Kopplung der dezentral angeordneten intelligenten Module. Im Bild 2 sind eine Bedien-/Anzeigeeinheit BAE mit alphanumerischem Display und Funktionstastatur für den Fahrzeugführer, ein Modul mit audiovisuellem Display zur Fahrgastinformation AVD, ein Uhrmodul mit Display, ein vom Radimpulsgeber IG gespeistes Weg-Geschwindigkeits-Meßmodul und ein bidirektionaler Datenfunkkanal DFK vorgeschlagen. Dieser Datenfunkkanal könnte zum Empfang weniger zu aktualisierender Fahrtregiedaten von der Zentrale und zum Absetzen von Standortinformationen an die Zentrale dienen. Darüber hinaus können noch bis zu insgesamt 15 Einchiprechner-Module an den Bordbus für andere Aufgaben (z.B. Überwachung von Einstiegs- und Beleuchtungseinrichtungen) gekoppelt werden.

4. Zusammenfassung

Für eine Vielzahl von Prozessen geringer Komplexität, die dabei auch häufig räumlich verteilt sind, besteht aber infolge ihres funktionellen Zusammenhanges die Forderung, sie mit einer der Aufgabe angemessenen, einheitlichen und zentralisierenden Steuerung zu versehen. Zu diesem Zweck wurde das vorgestellte Feldbussystem für speicherprogrammierbare Kleinststeuerungen entwickelt und an verschiedenen Prozessen erprobt. Das erläuterte Konzept eines Bord-Mikrorechner-Komplexes verdeutlicht dabei exemplarisch die vielseitigen Anwendungsmöglichkeiten der einzelnen Systemkomponenten. Die gewählte Hard- und Software-Modulstruktur sichert dem Systemkonzept die gewünschte Unempfindlichkeit gegenüber Technologiesprüngen beim Anwender und gegenüber dem immer häufiger auftretenden Generationswechsel bei der einzusetzenden Rechentechnik bzw. dem verfügbaren Bauelemente-Sortiment.